



Optical interference filter for the protection against infrared radiations, and its application.**Publication number:** EP0031278**Publication date:** 1981-07-01**Inventor:** FARGES GUY (FR)**Applicant:** FRANCE ETAT (FR)**Classification:****- International:** A61F9/02; C03C17/36; G02B5/28; G02C7/10;
A61F9/02; C03C17/36; G02B5/28; G02C7/00; (IPC1-7):
G02B5/28; G02B5/22; G02C7/10**- European:** A61F9/02F; C03C17/36; G02B5/28A1; G02C7/10**Application number:** EP19800401777 19801211**Priority number(s):** FR19790031037 19791219**Also published as:** FR2474701 (A1)**Cited documents:** FR1513724[Report a data error here](#)**Abstract of EP0031278**

The pass band of the filter is located in the visible range and centred on the maximum sensitivity of the eye. This filter comprises a support which is at least partially transparent in the visible band, on one face of which support there is deposited the filter per se, which is composed of n filtering elements each comprising a layer of metal, for example silver, interposed between two layers of a transparent dielectric material having a high refractive index, for example zinc sulphide, n being an integer greater than or equal to 3. The thickness of the metallic layers is of the order of 20 nm and that of the dielectric layers of the order of 30 to 45 nm. This filter is capable of forming devices for the protection of the eye, for example against the radiation emitted by neodymium lasers.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide


[Claims of EP0031278](#)
[Print](#)
[Copy](#)
[Contact Us](#)
[Close](#)

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

< RTI ID=10.1> REVENDECATIONS< /RTI>

1 - Filter optical < RTI ID=10.2> interférentiel< /RTI> of protection against radiations infra-reds whose band-width is located in the visible one and centered on < RTI ID=10.3> $3e$ < /RTI> maximum of < RTI ID=10.4> sensibilité< /RTI> of < RTI ID=10.5> the eye, < /RTI> < RTI ID=10.6> comprenant< /RTI> a support at least partially transparent in the aforementioned band on one face whose a filter < is deposited; RTI ID=10.7> optics, < /RTI> characterized in this < RTI ID=10.8> que< /RTI> filter consists of N filter elements comprising each one one lay down metal interposed between two layers of a material diélectique transparency with high index of refraction, N being a < RTI ID=10.9> nombre< /RTI> entirely equal to or higher than 3.

2 - Filter optical according to claim 1, characterized in that the thickness of the metal layers is appreciably higher or equalize to 20 < RTI ID=10.10> nm< /RTI> and the thickness of the layers du# dielectric material ranging between approximately 30 to 45 Nm.

3 - Filter optical according to the claim 1 or 2, characterized in that the metal layers are selected in < RTI ID=10.11> le-groupe< /RTI> : aluminium, copper, rhodium, platinum, gold, money and the dielectric material in the group of oxides of: bismuth, lead, tin, indium, aluminium, silicon, rare earths; dioxides of: titanium, zirconium; < RTI ID=10.12> pentoxydes< /RTI> of: niobium, tantalum and the sulphide of zinc.

4 - Filter optical according to claim 3, characterized in that metal layer is out of metal and the dielectric layer of material out of zinc sulphide.

5 - Filter optical according to claim 4 intended for protection against the radiations emitted by lasers with neodymium, characterized in what N = 4, < RTI ID=10.13> the thickness des< /RTI> layers of intermé zinc sulphide
▲ top diaires being about 70 < RTI ID=10.14> nm< /RTI> < RTI ID=10.15> and l'épaisseur< /RTI> layers of sulphide extremes fure is about 40 < RTI ID=10.16> nm.< /RTI>

6 - Filter optical according to claim 5 intended < RTI ID=10.17> with-< /RTI> protection against the radiations emitted by the neodymium lasers, characterized in what N = 5, the thickness of the layers of zinc < sulphide; RTI ID=10.18> interne-< /RTI> diaires being about 70 Nm and the thickness of the layers of < RTI ID=10.19> F, U1-< /RTI> zinc extremes fure is about 40 Nm.

7 - Application of the filters according to any of the claims 1 to 4 with the realization of devices for the protection of the oeil human.



Description of EP0031278

Print

Copy

Contact Us

Close

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

FILTER OPTICAL < RTI ID=1.1> INTERFERENT@@@< /RTI> < RTI ID=1.2> DE< /RTI> PROTECTION < RTI ID=1.3> CONT#< /RTI> RADIATIONS < RTI ID=1.4> INF] #kOUCES< /RTI> EI' < RTI ID=1.5> APPLICATION.< /RTI>

The technical sector of this invention is that of the optical filters used to strongly attenuate radiations < RTI ID=1.6> infra< /RTI> reds of the spectrum < RTI ID=1.7> électromagnétique< /RTI> while transmitting visible radiations.

It is well-known that the phenomenon of the vision is ensured by only radiations of the visible spectrum, it is < RTI ID=1.8> < /RTI> to say electromagnetic radiations having wavelengths ranging between 400 and 700 < RTI ID=1.9> nm.< /RTI> These radiations are without danger to the eye if their intensity is not too important, contrary to those of the ultraviolet ray fields and infra-red which can involve serious lesions, even with relatively weak amounts. More particularly, when one wishes to protect oneself from the emission from a laser to burn the odymet, the ideal filter of protection should present a maximum factor of transmission on all the extent of the visible field and attenuate considerable < RTI ID=1.10> radiation > lies; = 1060 Nm. The attenuation can be carried out soit< /RTI> by absorption, that is to say by reflexion of harmful radiation. Cn thus will more especially be interested in elimination of radiation 1060 Nm, without that being regarded as a limitation of the applications of this invention.

The protection of the eyes against the emission of a laser to the < RTI ID=1.11> néodyme< /RTI> is generally realized by the use of mineral or organic glasses tinted in the mass. An example of mineral glass used for infra-red protection is standard glass KG 3, manufactured by German company SCHOTT. Under a 2 mm thickness this glass has an optical density of about 3 for < RTI ID=1.12>)N< /RTI> = 1060 Nm and an average factor of transmission in visible the < RTI ID=1.13> environ< /RTI> 70%. A higher optical density in the infra-red is obtained by increasing the thickness of glass. It should be noted that this filter attenuates the whole of the spectrum in frarouge.

An organic example of glass was proposes by American Company GLENDALE OPTICAL < RTI ID=1.14> CORFORA.TION< /RTI> Inc; it < RTI ID=1.15> pellet< /RTI> to obtain a very high optical density (< RTI ID=1.16> @< /RTI> 30) for < RTI ID=1.17> @< /RTI> = 1060 Nm. However the maximum factor of transmission in the visible one is < RTI ID=2.1> seualeant< /RTI> of < RTI ID=2.2> 1'or< /RTI> DRE of < RTI ID=2.3> 209< /RTI> and the busy bandwidth is approximately 60 < RTI ID=2.4> nin.< /RTI> < RTI ID=2.5> Iz< /RTI> vision through this filter is thus weakened and moreover perception of the colors is extremely < RTI ID=2.6> déformée.< /RTI>

In addition to these devices, other solutions were proposed to attenuate the infra-red radiations and in particular the use of ▲ top plastic or drinking glass holders covered with one or more metal thin layers, in particular of gold or copper.

For example the American patent 3.118.781 proposes a filter < RTI ID=2.7> horn-< /RTI> taking a support for example in < RTI ID=2.8> Mylar< /RTI> covered by a layer with gold protected by an external layer from resin. This kind of filter, although giving satisfaction for certain uses such as protection of the welders, cannot be appropriate for laser protection for < RTI ID=2.9> 9 \ =< /RTI> 1060 Nm. Indeed, the optical density for this wavelength is very insufficient and the visible field is attenuated considerably; moreover surface interns of this type of filter being very reflective; the eye receives the major part of the light arriving by the back, from where an intolerable visual discomfort.

The solution consisting in using complex filters compose of a support covered with several thin layers, such as proposes it the French patent 2.003 < RTI ID=2.10> 1? 7, présente< /RTI> the advantage of having an internal surface not reflecting the visible light. They however have the disadvantage of the metal layer filters, exaggeratedly to attenuate the visible field without ensuring a frank elimination of radiation < RTI ID=2.11>)\ < /RTI> = 1060 Nm.

In the French patent 2.276.601, one A proposes a radio range filter against intended for the protection of the sight < RTI ID=2.12> 11 éclair< /RTI> < RTI ID=2.13> luminother: i-< /RTI> that of a nuclear explosion. This filter is < RTI ID=2.14> compose< /RTI> of a support covered < RTI ID=2.15> of un< /RTI> together of metal and dielectric layers alternate.

If this filter strongly attenuates the transmission of the ultraviolet ray fields and infra-red while ensuring a faithful perception of the colors, it has the disadvantage of attenuating the visible field notably. As example, a filter having an optical density of about 4,5 for < RTI ID=2.16> h< /RTI> = 1060 Nm have a factor of transmission of gold < RTI ID=2.17> DRE of 108 for; \ # = 550 nm.< /RTI>

Stackings made up of < RTI ID=3.1> matériaux< /RTI> dielectric < alternated; RTI ID=3.2> tivunent< /RTI> high index and with low index of < has; RTI ID=3.3> réfraction< /RTI> offer the possi < RTI ID=3.4> bilité< /RTI> to obtain a factor of transmission very < RTI ID=3.5> élevé< /RTI> in the visible one so much by attenuating the wavelength < RTI ID=3.6> 1060< /RTI> < RTI ID=3.7> rjn.< /RTI> However obtaining a high optical density with cettc wavelength requires to resort has a significant number of layers, about a score.

In the French patent 2.106.431 one proposed an interferential filter intended to transmit the visible light and to reflect the infra-red range. This filter is made up for example of a support on which are deposited in the order a layer of dielectric at base < RTI ID=3.8> of alumina, < /RTI> a metal layer, a dielectric layer containing zinc sulphide, a metal layer and finally a < layer; RTI ID=3.9> dielectrique.< /RTI>

In the review < RTI ID=3.10> APPLIED< /RTI> < RTI ID=3.11> OPICS " < /RTI> flight 15, No April 4, 1976, one describes a filter usable against the transmission of the infra-red radiations and ultraviolet including/understanding a support, a layer of titanium dioxide, a metal layer (money) and a layer of titanium dioxide.

The average transmission in the visible one is about 70 with < RTI ID=3.12> 808< /RTI> but optical density for < RTI ID=3.13> 3N< /RTI> = 1060 Nm are only about the unit. There is no question of using such filters for protection against the emission < RTI ID=3.14> of un< /RTI> laser with neodymium.

In the American patent < RTI ID=3.15> (redélivré) < /RTI> 27.473, one proposed a filter for the realization of glasses of glasses filtering the infra-red and the ultraviolet ray made up of a transparent support out of glass on which are deposited a layer of dielectric (titanium dioxide for example) a metal layer < RTI ID=3.16> (argent< /RTI> or < RTI ID=3.17> the or< /RTI> for example) and finally a layer of a antiréfléchissant element. However the transmission is very weak in the vicinity 510 < RTI ID=3.18> nm.< /RTI>

The purpose of the present invention is to provide an optical filter intended to ensure a protection of the eyes against the infra-red radiations while as perturbant little as possible the vision and < RTI ID=3.19> notamment< /RTI> the perception of the colors. The purpose of it is still to ensure this protection even in the presence of intense luminous flow the wavelength < RTI ID=3.20> ; \ < /RTI> = < RTI ID=3.21> IOGO< /RTI> < RTI ID=3.22> nm.< /RTI>

The invention thus has as an aim an interferential optical filter of protection against the infra-red radiations whose band-width is located in the visible one and is centered on the maximum of sensitivity of < RTI ID=4.1> the eye, < /RTI> < RTI ID=4.2> comprenant< /RTI> a < RTI ID=4.3> support< /RTI> at least < RTI ID=4.4> partieZlemcnt< /RTI> transparency in the aforementioned band on a face of which a filter < is deposited; RTI ID=4.5> optique7< /RTI> carac < RTI ID=4.6> téréisé< /RTI> in what the filter consists of N < RTI ID=4.7> élé#i.ents< /RTI> filtering: . cornportant each one a layer of metal interposed between two layers of a transparent dielectric material < RTI ID=4.8> â< /RTI> high index of refraction, N being an integer equal to or higher than 3.

The thickness of the metal layers is appreciably higher or equal to 20 Nm and the thickness of the layers of dielectric material ranging between approximately 30 to 45 < RTI ID=4.9> nm.< /RTI>

Advantageously the metal layers are selected in the group: aluminium, copper, rhodium, platinum, gold, money and the dielectric material in the group of oxides of: bismuth, lead, tin, indium, aluminium, silicon, rare earths; dioxides of: titanium, zirconium; pentoxides of: niobium, tantalum and the sulphide of zinc.

The metal layer is out of money and the dielectric layer of zinc sulphide material.

Preferentially, in a mode of realization intended for protection against the radiations emitted by the lasers with neodymium with an optical density of about 4 for < RTI ID=4.10> 3s=< /RTI> 1060 Nm, N are equal to 4, the thickness of the layer of dielectric zinc sulphide intermediary is about 70 Nm and the thickness of the layers of dielectric. extremes is about 40 Nm.

In another mode of realization intended for protection against the radiations emitted by the lasers a < RTI ID=4.11> néodyme< /RTI> with an optical density of about 5,5 for < RTI ID=4.12> 3i< /RTI> = 1060 Nm, N are < RTI ID=4.13> equal ▲ top à< /RTI> 5, < RTI ID=4.14> the thickone; /RTI> sor of the layer of dielectric zinc sulphide intermediary is about 40 Nm.

The optical filter according to the invention is suited to the realization of devices for the protection of the human eye.

A first result gotten by the filter according to the invention lies in the fact that the optical density obtained is high in the field of the infra-red radiations, while getting a factor of transmission of about 10% the visible field.

Another < result; RTI ID=5.1> ttsitle< /RTI> daN Milk that the band-width of the filter according to the invention < RTI ID=5.2> cst< /RTI> < RTI ID=5.3> contrée< /RTI> on the maximum of sensitivity of the eye (#= 550 < RTI ID=5.4> mn) < /RTI> and its bandwidth is of < RTI ID=5.5> tordre< /RTI> of 220 < RTI ID=5.6> um, < /RTI> what disturbs the < little; RTI ID=5.7> percc;)tion< /RTI> colors.

Another < RTI ID=5.8> résultat< /RTI> filter according to the invention is to be realizable on any type of optical support and in particular on convex supports of great surface. It has the advantage of resisting the test of the adhesive tape and of satisfying the climatic tests and of environment in force for this type of material.

The optical properties of the filter according to the invention are homogeneous and vary little according to the angle of incidence of a laser beam.

The filter of protection object of the invention thus includes/understands a transparent or semi-transparent support on a face of which are deposited the filter elements. All the supports usually used in this technical field can be used; it is enough that they transmit visible energy well. With title < RTI ID=5.9> of example, < /RTI> one can use mineral glass or a plastic. The thickness of this support is not critical, it is necessary however that it ensures the mechanical rigidity of the unit.

The metal layers can be in the one or more metals usually employed in interferential optics such as aluminium, copper, rhodium, platinum, but < advantageously will be used; RTI ID=5.10> the or< /RTI> or better still money. The dielectric layers also consist of one or more of materials used usually in interferential optics such as bismuth the oxide, lead the oxide, tin the

oxide, indium the oxide, titanium the dioxide, zirconium the dioxide, the < RTI ID=5.11> pent, oxyde< /RTI> of niobium, tantalum pentoxide, aluminum oxide, silicon oxides, the zinc sulphide, oxides of rare earths. However, one will use advantageously, for the optimization of the value of the maximum factor of transmission in the visible one and of the busy bandwidth, materials with high index of refraction, i.e. the titanium dioxide and zinc sulphide. Indeed, for a given metal, gold or money preferably, one noted that the factor of contrast of the optical element is all the more high as the index of refraction of transparent material is itself higher.

It is known that < RTI ID=6.1> l'paisseur< /RTI> dielectric layers determines the position of the band-width in the visible spectrum. < RTI ID=6.2> Cependant< /RTI> it was discovered that it < RTI ID=6.3> exister< /RTI> in first < RTI ID=6.4> approxiraation, < /RTI> an optimal relationship between the thicknesses of the metal and dielectric layers.

According to the invention, the < RTI ID=6.5> #pa#ssurs< /RTI> optics of the dielectric layers is selected in order to obtain a < treatment; RTI ID=6.6> antiréfléchissant< /RTI> to the maximum for the layers of metal in the visible one. One thus obtains a maximum factor of transmission in this field. But in addition the thicker the layers of metal will be and the more the optical density with < RTI ID=6.7> 29< /RTI> = 1060 Nm and generally in the infra-red will be high. This compromise results the invention, which uses layers of metal of which the thickness is at least equal to 20 Nm.

To produce a filter according to the invention one can operate in the following way. One uses for example the technique of vacuum evaporation or cathode sputtering or the equivalent techniques to deposit the successive layers of metal and dielectric. The support is laid out on a rotating assembly and the sources of evaporation of metals and the dielectric ones are placed in the vicinity of this unit.

The thickness of the various layers is controlled in a way known by the location of the factor of transmission of the filter during its manufacture.

The invention will be included/understood better in the light of particular modes of realization given as an indication without any restrictive character in relation to the drawings: - figure 1 represents a transverse section of a mode of realization in which N < RTI ID=6.8> - < /RTI> 4.

- figure 2 also represents a transverse section of a mode of realization according to which N = 5; - figure 3 represents the variation of the optical density of some a number of filters of former art according to the length of cnde.

- figure 4 represents the variation of the optical density of two filters according to the invention according to the wavelength.

One prepares the filters according to the invention by the technique of vacuum evaporation in a standard evaporator BALZERS BAK 550 manufactured by Company BALZERS. Supports to be treated, blades of < RTI ID=6.9> verre< /RTI> transparent mineral of index of refraction N = plastic material 1,52 or discs such as polycarbonate, are laid out on a turning dome located at 600 mm of the base of this one. The < sources; RTI ID=6.10> of évaporatioi< /RTI> located on an arc of the evaporator, are 2.400 < RTI ID=7.1> Ibis, < /RTI> with a < RTI ID=7.2> hauteur< /RTI> 150 and of the base of the evaporator, are 2 < RTI ID=7.3> nacelles< /RTI> one out of tungsten and < RTI ID=7.4> the autre< /RTI> out of molybdenum. The nacelle in < RTI ID=7.5> tungstC#e< /RTI> < contains; RTI ID=7.6> the or< /RTI> or of the money the nacelle in < RTI ID=7.7> nolydene, < /RTI> < RTI ID=7.8> sulfure< /RTI> of zinc. A device of measurement of < RTI ID=7.9> the épaisseur< /RTI> < layers; RTI ID=7.10> permet< /RTI> to control the factor of < permanently; RTI ID=7.11> tr.tnsmission< /RTI> filter during its development.

- ▲ top After having carried out the vacuum in the evaporator until a pressure of some 10-2 Torr, one produces during 10 < RTI ID=7.12> nanminutes< /RTI> a glow discharge intended to perfect the cleaning of the supports by ionic bombardment. then one continues pumping until the obten- tion of a pressure of 1 X < RTI ID=7.13> lo< /RTI> Torr. One then deposits the various layers of materials without stopping the vacuum, by heating alternati < RTI ID=7.14> veinent< /RTI> and successively nacelles at the temperatures of evaporation of the money or sublimation of zinc sulphide. When the thickness wished for each layer is reached a screen interposed between the sources of evaporation and the supports comes to stop the deposit quickly.

< EXAMPLE; RTI ID=7.15> 1< /RTI>

One realizes as previously indicated the filter schematized on figure 1; on support 1 out of glass of index of refraction N = 1,52, one deposits alternatively the layers of zinc 2,4,6,8,10 sulphide and the layers of money 3,5,7,9 with the following thicknesses: Number of: Index of material: Thickness in: lay down < RTI ID=7.16> ou< /RTI> material < RTI ID=7.17>: < /RTI> Nm: :

10 : 2,3 40

9 < RTI ID=7.18> Ag 20< /RTI>

8,2,3 < RTI ID=7.19>: < /RTI> 73 < RTI ID=7.20> 7 Ag 23 7 Ag 23

23

6 . 2,3 70

4

5 Ag 23 4 4: 2,3 73< /RTI>

< RTI ID=7.21> 3< /RTI> < RTI ID=7.22>. < /RTI> < RTI ID=7.23> Ag< /RTI> . 20

2 . 2,3 . 42

On figure 1 curve 1 represents the optical density of a filter according to < RTI ID=8.1> le< /RTI> French patent 2.106.431, curve 2 represents the optical density < RTI ID=8.2> of un< /RTI> organic glass used in < RTI ID=8.3> the art< /RTI> former and curve 3 that < RTI ID=8.4> of un< /RTI> filter according to the French patent 2.276 < RTI ID=8.5> 601< /RTI>

On figure 4 curve 4 represents the optical density of the filter previously prepared and one sees that in the vicinity of < RTI ID=8.6> h< /RTI> = 1060 < RTI ID=8.7> nm< /RTI> celui-ci presents a density of about 4, value which is definitely higher than the values obtained before according to curves' 1 and 2 and practically of the same order of magnitude as that obtained according to curve 3.

EXAMPLE 2.

One carries out same manner, the filter schematized on figure 2 by depositing on the support the 11 layers of zinc sulphide 12,14,16, 18,20,22 and the layers of money 13,15,17,19,21 with the following thicknesses < RTI ID=8.8> Numéro< /RTI> : Index of material: Thickness in: sleep: or material: Nm< /RTI ID=8.9> . < /RTI> 22,2,3 40 < RTI ID=8.10>: < /RTI> 21 < RTI ID=8.11> Ag< /RTI> 20
 20 < RTI ID=8.12>: < /RTI> 2,3 < RTI ID=8.13>: < /RTI> 73 19 Ag 23
 : : : : 18 : 2,3 70 < RTI ID=8.14> 17 17 . 24< /RTI> < RTI ID=8.15> 16< /RTI> 2,3 70: < RTI ID=8.16>: 15< /RTI> Ag 23
 14 : 2,3 : 73 13 : Ag < RTI ID=8.17>: < /RTI> 20.

12 : 2,3 < RTI ID=8.18>: < /RTI> 42

The courbc 5 of the figure < RTI ID=9.1> 9< /RTI> represent #a variation of the < RTI ID=9.2> densité< /RTI> < RTI ID=9.3> optique< /RTI> of such a < RTI ID=9.4> filtre.< /RTI> One sees that with the < RTI ID=9.5> voisinage< /RTI> of < RTI ID=9.6> 2t=< /RTI> 1060 Nm this filter present a < RTI ID=9.7> densité< /RTI> optics higher than 5,5. A filter of this type is < RTI ID=9.8> particulièrement< /RTI> well < RTI ID=9.9> adapté< /RTI> for protection against the emission of a laser to the < RTI ID=9.10> néodyme.< /RTI>

Compared to the mode relating to figure 1 this filter has a metal layer and a dielectric layer additional. These two layers cause to increase by a unit the value of the optical density < RTI ID=9.11> \hat{a} < /RTI> in =1060 Nm without notably deteriorating the transmission of the visible field which remains very high.

Various modifications with the range of the expert can be made to the filter according to the invention. Thus with an aim of perfecting the transmission in the visible one it is possible < RTI ID=9.12> \hat{a} ' in-< /RTI> terposer a layer of a material with low index of refraction preferably between the support and the first dielectric layer.

▲ top

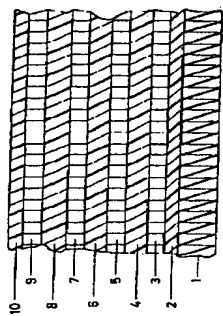


FIG. 1

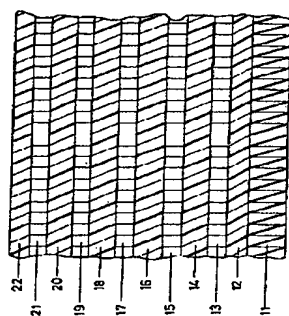


FIG. 2

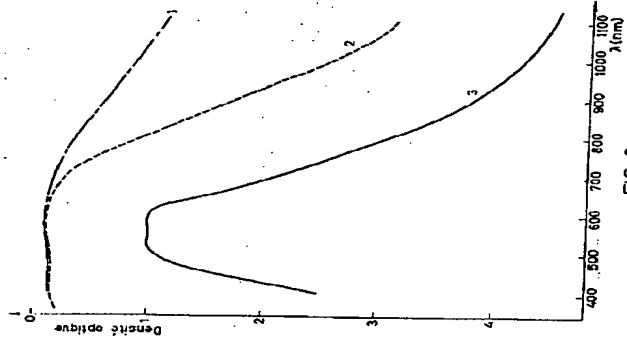


FIG. 3

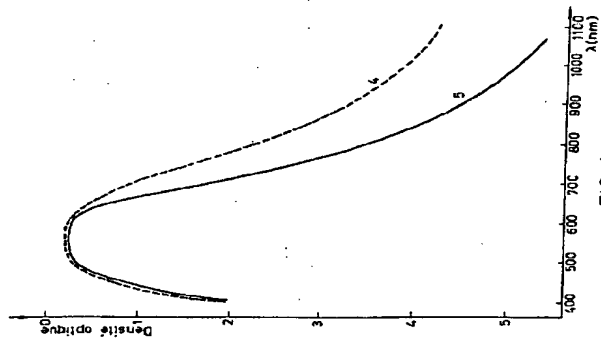


FIG. 4

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 80401777.0

(51) Int. Cl.³: **G 02 B 5/28**

(22) Date de dépôt: 11.12.80

G 02 B 5/22, G 02 C 7/10

(30) Priorité: 19.12.79 FR 7931037

(43) Date de publication de la demande:
01.07.81 Bulletin 81/26

(84) Etats Contractants Désignés:
DE GB SE

(71) Demandeur: ETAT-FRANCAIS représenté par le
DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT
Bureau des Brevets et Inventions de la Délégation
Générale pour l'Armement 14, rue Saint-Dominique
F-75997 Paris Armées(FR)

(72) Inventeur: Farges, Guy
7, Boulevard de Stalingrad
F-92320 Chatillon(FR)

(54) Filtre optique interférentiel de protection contre les radiations infrarouges et application.

(57) L'invention concerne un filtre optique interférentiel de protection contre les radiations infrarouges dont la bande passante est située dans le visible et centrée sur le maximum de sensibilité de l'oeil.

Ce filtre comprend un support au moins partiellement transparent dans la bande visible sur une face duquel est déposé le filtre proprement dit constitué de n éléments fil-trants comportant chacun une couche de métal, l'argent par exemple, interposée entre deux couches d'un matériau diélectrique transparent à haut indice de réfraction par exemple le sulfure de zinc, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 3. L'épaisseur des couches métalliques est de l'ordre de 20 nm et celle des couches diélectriques de l'ordre de 30 à 45 nm.

Ce filtre est apte à la réalisation des dispositifs pour la protection de l'oeil par exemple contre les radiations émises par des lasers au néodyme.

EP 0 031 278 A1

FILTRE OPTIQUE INTERFERENTIEL DE PROTECTION CONTRE LES RADIATIONS
INFRAROUGES ET APPLICATION.

5 Le secteur technique de la présente invention est celui des fil-
tres optiques utilisés pour atténuer fortement les radiations infrarouges du spectre électromagnétique tout en transmettant les radiations visibles.

10 Il est bien connu que le phénomène de la vision est assuré par les seules radiations du spectre visible, c'est à dire les radiations électromagnétiques ayant des longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm. Ces radiations sont sans danger pour l'oeil si leur intensité n'est pas trop importante, contrairement à celles des domaines ultra-violet et infrarouge qui peuvent entraîner de graves lésions, même à des doses relativement faibles. Plus particulièrement, lorsqu'on désire se protéger contre l'émission d'un laser au néodyme, le filtre
15 de protection idéal devrait présenter un facteur de transmission maximum sur toute l'étendue du domaine visible et atténuer considérablement la radiation $\lambda = 1060$ nm. L'atténuation peut être réalisée soit par absorption, soit par réflexion de la radiation nuisible. On va donc s'intéresser plus spécialement à l'élimination de la radiation
20 1060 nm, sans que cela soit considéré comme une limitation des applications de la présente invention.

La protection des yeux contre l'émission d'un laser au néodyme est le plus souvent réalisée par l'utilisation de verres minéraux ou organiques teintés dans la masse. Un exemple de verre minéral utilisé
25 pour la protection infrarouge est le verre type KG 3, fabriqué par la Société allemande SCHOTT. Sous une épaisseur de 2 mm ce verre présente une densité optique de l'ordre de 3 pour $\lambda = 1060$ nm et un facteur de transmission moyen dans le visible d'environ 70%. Une densité optique supérieure dans l'infrarouge est obtenue en augmentant l'épaisseur du
30 verre. Il est à noter que ce filtre atténue l'ensemble du spectre infrarouge.

Un exemple de verre organique a été proposé par la Société américaine GLENDALE OPTICAL CORPORATION INC; il permet d'obtenir une densité optique très élevée (≈ 30) pour $\lambda = 1060$ nm. Toutefois le

facteur de transmission maximum dans le visible est seulement de l'ordre de 20% et la largeur de la bande passante est environ de 60 nm. La vision à travers ce filtre est donc affaiblie et de plus la perception des couleurs est extrêmement déformée.

5 Outre ces dispositifs, d'autres solutions ont été proposées pour atténuer les radiations infrarouges et notamment l'utilisation de supports en verre ou en matière plastique recouverts d'une ou plusieurs couches minces métalliques, en particulier d'or ou de cuivre.

10 Par exemple le brevet américain 3 118 781 propose un filtre comprenant un support par exemple en Mylar recouvert par une couche d'or protégée par une couche externe de résine. Ce genre de filtre, bien que donnant satisfaction pour certaines utilisations telle que la protection des soudeurs, ne peut convenir pour la protection laser à $\lambda = 1060$ nm. En effet, la densité optique pour cette longueur d'onde
15 est très insuffisante et le domaine visible est considérablement atténué; de plus la surface interne de ce type de filtre étant très réfléchissante; l'oeil reçoit la majeure partie de la lumière arrivant par l'arrière, d'où un inconfort visuel intolérable.

20 La solution consistant à utiliser des filtres complexes composés d'un support recouvert de plusieurs couches minces, tel que le propose le brevet français 2 003 177, présente l'avantage d'avoir une surface interne ne réfléchissant pas la lumière visible. Ils possèdent cependant l'inconvénient des filtres à couches métalliques, d'atténuer exagérément le domaine visible sans assurer une élimination franche
25 de la radiation $\lambda = 1060$ nm.

30 Dans le brevet français 2 276 601, on a proposé un filtre de bande destiné à la protection de la vue contre l'éclair luminothermique d'une explosion nucléaire. Ce filtre est composé d'un support recouvert d'un ensemble de couches métalliques et diélectriques alternées.
35 Si ce filtre atténue fortement la transmission des domaines ultraviolet et infrarouge tout en assurant une perception fidèle des couleurs, il possède l'inconvénient d'atténuer notablement le domaine visible. A titre d'exemple, un filtre possédant une densité optique de l'ordre de 4,5 pour $\lambda = 1060$ nm a un facteur de transmission de l'ordre de 10% pour $\lambda = 550$ nm.

Les empilements constitués de matériaux diélectriques alternativement à haut indice et à bas indice de réfraction offrent la possibilité d'obtenir un facteur de transmission très élevé dans le visible tant en atténuant la longueur d'onde 1060 nm. Toutefois l'obtention
5 d'une densité optique élevée à cette longueur d'onde nécessite de recourir à un nombre important de couches, de l'ordre d'une vingtaine.

Dans le brevet français 2 106 431 on a proposé un filtre interférentiel destiné à transmettre la lumière visible et à réfléchir le domaine infrarouge. Ce filtre est composé par exemple d'un support sur
10 lequel sont déposées dans l'ordre une couche de diélectrique à base d'alumine, une couche métallique, une couche diélectrique à base de sulfure de zinc, une couche métallique et enfin une couche diélectrique. Dans la revue "APPLIED OPTICS" vol 15, No 4, avril 1976, on décrit un
15 filtre utilisable contre la transmission des radiations infrarouges et ultraviolettes comprenant un support, une couche de dioxyde de titane, une couche métallique (l'argent) et une couche de dioxyde de titane. La transmission moyenne dans le visible est de l'ordre de 70 à 80% mais la densité optique pour $\lambda = 1060$ nm est seulement de l'ordre de l'unité. Il n'est pas question d'utiliser de tels filtres pour la pro-
20 tection contre l'émission d'un laser au néodyme.

Dans le brevet américain (redélivré) 27 473, on a proposé un filtre pour la réalisation de verres de lunettes filtrant l'infrarouge et l'ultraviolet composé d'un support transparent en verre sur lequel sont déposées une couche d'un diélectrique (dioxyde de titane
25 par exemple) une couche métallique (l'argent ou l'or par exemple) et enfin une couche d'un élément antiréfléchissant. Cependant la transmission est très faible au voisinage 510 nm.

La présente invention a pour but de fournir un filtre optique destiné à assurer une protection des yeux contre les radiations infrarouges tout en perturbant aussi peu que possible la vision et notamment
30 la perception des couleurs. Elle a encore pour but d'assurer cette protection même en présence de flux lumineux intense à la longueur d'onde $\lambda = 1060$ nm.

L'invention a donc pour objet un filtre optique interférentiel
35 de protection contre les radiations infrarouges dont la bande passante

est située dans le visible et centrée sur le maximum de sensibilité de l'oeil, comprenant un support au moins partiellement transparent dans ladite bande sur une face duquel est déposé un filtre optique, caractérisé en ce que le filtre est constitué de n éléments filtrants comportant chacun une couche de métal interposée entre deux couches d'un matériau diélectrique transparent à haut indice de réfraction, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 3.

L'épaisseur des couches métalliques est sensiblement supérieure ou égale à 20 nm et l'épaisseur des couches du matériau diélectrique comprise entre environ 30 à 45 nm.

Avantageusement les couches métalliques sont choisies dans le groupe : aluminium, cuivre, rhodium, platine, or, argent et le matériau diélectrique dans le groupe des oxydes de : bismuth, plomb, étain, indium, aluminium, silicium, terres rares; dioxydes de : titane, zirconium; pentoxydes de : niobium, tantale et le sulfure de zinc.

La couche métallique est en argent et la couche de matériau diélectrique en sulfure de zinc.

Préférentiellement, dans un mode de réalisation destiné à la protection contre les radiations émises par les lasers au néodyme avec une densité optique de l'ordre de 4 pour $\lambda = 1060$ nm, n est égal à 4, l'épaisseur de la couche de diélectrique intermédiaire en sulfure de zinc est de l'ordre de 70 nm et l'épaisseur des couches de diélectrique extrêmes est de l'ordre de 40 nm.

Dans un autre mode de réalisation destiné à la protection contre les radiations émises par les lasers au néodyme avec une densité optique de l'ordre de 5,5 pour $\lambda = 1060$ nm, n est égal à 5, l'épaisseur de la couche de diélectrique intermédiaire en sulfure de zinc est de l'ordre de 40 nm.

Le filtre optique selon l'invention est apte à la réalisation de dispositifs pour la protection de l'oeil humain.

Un premier résultat procuré par le filtre selon l'invention réside dans le fait que la densité optique obtenue est élevée dans le domaine des radiations infrarouges, tout en procurant un facteur de transmission de l'ordre de 10% le domaine visible.

Un autre résultat réside dans le fait que la bande passante du filtre selon l'invention est centrée sur le maximum de sensibilité de l'oeil ($\lambda = 550$ nm) et sa largeur de bande est de l'ordre de 220 nm, ce qui perturbe peu la perception des couleurs.

5 Un autre résultat du filtre selon l'invention est d'être réalisable sur n'importe quel type de support optique et en particulier sur des supports bombés de grande surface. Il présente l'avantage de résister au test du ruban adhésif et de satisfaire aux essais climatiques et d'environnement en vigueur pour ce type de matériel.

10 Les propriétés optiques du filtre selon l'invention sont homogènes et varient peu en fonction de l'angle d'incidence d'un faisceau laser.

15 Le filtre de protection objet de l'invention comprend donc un support transparent ou semi-transparent sur une face duquel sont déposés les éléments filtrants. Tous les supports habituellement utilisés dans ce domaine technique peuvent être utilisés; il suffit qu'ils transmettent bien l'énergie visible. A titre d'exemple, on peut utiliser un verre minéral ou une matière plastique. L'épaisseur de ce support n'est pas critique, il faut cependant qu'il assure la rigidité mécanique de l'ensemble.

20 Les couches métalliques peuvent être en un ou plusieurs des métaux usuellement employés en optique interférentielle tels que l'aluminium, le cuivre, le rhodium, le platine, mais on utilisera avantageusement l'or ou mieux encore l'argent. Les couches diélectriques sont également constituées d'un ou plusieurs des matériaux utilisés couramment
25 en optique interférentielle tels que l'oxyde de bismuth, l'oxyde de plomb, l'oxyde d'étain, l'oxyde d'indium, le dioxyde de titane, le dioxyde de zirconium, le pent-oxyde de niobium, le pentoxyde de tantale, l'oxyde d'aluminium, les oxydes de silicium, le sulfure de zinc, les oxydes des terres rares. Cependant, on utilisera avantageusement,
30 pour l'optimisation de la valeur du facteur de transmission maximum dans le visible et de la largeur de la bande passante, les matériaux à haut indice de réfraction, c'est à dire le dioxyde de titane et le sulfure de zinc. En effet, pour un métal donné, or ou argent de préférence, on a constaté que le facteur de contraste de l'élément optique
35 est d'autant plus élevé que l'indice de réfraction du matériau transparent est lui-même plus élevé.

Il est connu que l'épaisseur des couches diélectriques détermine la position de la bande passante dans le spectre visible. Cependant on a découvert qu'il existe, en première approximation, un rapport optimal entre les épaisseurs des couches métalliques et diélectriques. Selon l'invention, les épaisseurs optiques des couches diélectriques sont choisies de façon à obtenir un traitement antiréfléchissant au maximum pour les couches de métal dans le visible. On obtient ainsi un facteur de transmission maximum dans ce domaine. Mais d'autre part plus les couches de métal seront épaisses et plus la densité optique à $\lambda = 1060$ nm et d'une manière générale dans l'infrarouge sera élevée. De ce compromis résulte l'invention, qui utilise des couches de métal dont l'épaisseur est au moins égale à 20 nm.

Pour réaliser un filtre selon l'invention on peut opérer de la manière suivante. On utilise par exemple la technique d'évaporation sous vide ou de pulvérisation cathodique ou des techniques équivalentes pour déposer les couches successives de métal et de diélectrique. Le support est disposé sur un ensemble tournant et les sources d'évaporation des métaux et des diélectriques sont placées au voisinage de cet ensemble. L'épaisseur des différentes couches est contrôlée de manière connue par le repérage du facteur de transmission du filtre pendant sa fabrication.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de modes de réalisation particuliers donnés à titre indicatif sans aucun caractère limitatif en relation avec les dessins :

- la figure 1 représente une coupe transversale d'un mode de réalisation dans lequel $n = 4$.
- la figure 2 représente également une coupe transversale d'un mode de réalisation selon lequel $n = 5$;
- la figure 3 représente la variation de la densité optique d'un certain nombre de filtres de l'art antérieur en fonction de la longueur d'onde.
- la figure 4 représente la variation de la densité optique de deux filtres selon l'invention en fonction de la longueur d'onde.

On prépare les filtres selon l'invention par la technique d'évaporation sous vide dans un évaporateur BALZERS type BAK 550 fabriqué par la Société BALZERS. Les supports à traiter, lames de verre minéral transparent d'indice de réfraction $n = 1,52$ ou disques en matériau plastique tel que du polycarbonate, sont disposés sur un dôme tournant situé à 600 mm de la base de celle-ci. Les sources d'évaporation situées

sur un arc de cercle de diamètre 400 mm, à une hauteur de 150 mm de la base de l'évaporateur, sont 2 nacelles l'une en tungstène et l'autre en molybdène. La nacelle en tungstène contient de l'or ou de l'argent la nacelle en molybdène, du sulfure de zinc. Un dispositif de mesure de l'épaisseur des couches permet de contrôler en permanence le facteur de transmission du filtre pendant son élaboration.

Après avoir effectué le vide dans l'évaporateur jusqu'à une pression de quelques 10^{-2} Torr, on produit pendant 10 nanomminutes une décharge luminescente destinée à parfaire le nettoyage des supports par bombardement ionique. Puis on poursuit le pompage jusqu'à l'obtention d'une pression de 1×10^{-6} Torr. On dépose alors les différentes couches des matériaux sans interrompre le vide, en chauffant alternativement et successivement les nacelles aux températures d'évaporation de l'argent ou de sublimation du sulfure de zinc. Lorsque l'épaisseur désirée pour chaque couche est atteinte un écran interposé entre les sources d'évaporation et les supports vient interrompre rapidement le dépôt.

EXEMPLE 1 .

On réalise comme indiqué précédemment le filtre schématisé sur la figure 1; sur le support 1 en verre d'indice de réfraction $n = 1,52$, on dépose alternativement les couches de sulfure de zinc 2,4,6,8,10 et les couches d'argent 3,5,7,9 avec les épaisseurs suivantes :

	: Numéro de la : couche	: Indice du matériau : ou matériau	: Epaisseur en : nm	:
25	: 10	: 2,3	: 40	:
	: 9	: Ag	: 20	:
	: 8	: 2,3	: 73	:
	: 7	: Ag	: 23	:
	: 6	: 2,3	: 70	:
30	: 5	: Ag	: 23	:
	: 4	: 2,3	: 73	:
	: 3	: Ag	: 20	:
	: 2	: 2,3	: 42	:

Sur la figure 1 la courbe 1 représente la densité optique d'un filtre selon le brevet français 2 106 431, la courbe 2 représente la densité optique d'un verre organique utilisé dans l'art antérieur et la courbe 3 celle d'un filtre selon le brevet français 2 276 601.

Sur la figure 4 la courbe 4 représente la densité optique du filtre précédemment préparé et on voit qu'au voisinage de $\lambda = 1060$ nm celui-ci présente une densité de l'ordre de 4, valeur qui est nettement supérieure aux valeurs antérieurement obtenues selon les courbes 1 et 2 et pratiquement du même ordre de grandeur que celle obtenue selon la courbe 3.

EXEMPLE 2.

On réalise de la même manière, le filtre schématisé sur la figure 2 en déposant sur le support 11 les couches de sulfure de zinc 12,14,16, 18,20,22 et les couches d'argent 13,15,17,19,21 avec les épaisseurs suivantes :

	: Numéro de la : couche	: Indice du matériau : ou matériau	: Epaisseur en : nm	:
	: 22	: 2,3	: 40	:
	: 21	: Ag	: 20	:
20	: 20	: 2,3	: 73	:
	: 19	: Ag	: 23	:
	: 18	: 2,3	: 70	:
	: 17	: Ag	: 24	:
	: 16	: 2,3	: 70	:
25	: 15	: Ag	: 23	:
	: 14	: 2,3	: 73	:
	: 13	: Ag	: 20	:
	: 12	: 2,3	: 42	:

La courbe 5 de la figure 4 représente la variation de la densité optique d'un tel filtre. On voit qu'au voisinage de $\lambda = 1060$ nm ce filtre présente une densité optique supérieure à 5,5. Un filtre de ce type est particulièrement bien adapté pour la protection contre l'émission d'un laser au néodyme.

Par rapport au mode relatif à la figure 1 ce filtre possède une couche métallique et une couche diélectrique supplémentaires. Ces deux couches ont pour effet d'accroître d'une unité la valeur de la densité optique à $\lambda = 1060$ nm sans altérer notablement la transmission du domaine visible qui reste très élevé.

Diverses modifications à la portée de l'homme de l'art peuvent être apportées au filtre selon l'invention. C'est ainsi que dans le but de parfaire la transmission dans le visible il est possible d'interposer une couche d'un matériau à bas indice de réfraction de préférence entre le support et la première couche diélectrique.

REVENDEICATIONS

- 1 - Filtre optique interférentiel de protection contre les radiations infrarouges dont la bande passante est située dans le visible et centrée sur le maximum de sensibilité de l'oeil, comprenant un support au moins partiellement transparent dans ladite bande sur une face duquel est déposé un filtre optique, caractérisé en ce que le filtre est constitué de n éléments filtrants comportant chacun une couche de métal interposée entre deux couches d'un matériau diélectrique transparent à haut indice de réfraction, n étant un nombre entier supérieur ou égal à 3.
- 2 - Filtre optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur des couches métalliques est sensiblement supérieure ou égale à 20 nm et l'épaisseur des couches du matériau diélectrique comprise entre environ 30 à 45 nm.
- 3 - Filtre optique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les couches métalliques sont choisies dans le groupe : aluminium, cuivre, rhodium, platine, or, argent et le matériau diélectrique dans le groupe des oxydes de : bismuth, plomb, étain, indium, aluminium, silicium, terres rares; dioxydes de : titane, zirconium; pentoxydes de : niobium, tantale et le sulfure de zinc.
- 4 - Filtre optique selon la revendication 3, caractérisé en ce que la couche métallique est en argent et la couche de matériau diélectrique en sulfure de zinc.
- 5 - Filtre optique selon la revendication 4 destiné à la protection contre les radiations émises par des lasers au néodyme, caractérisé en ce que $n = 4$, l'épaisseur des couches de sulfure de zinc intermédiaires étant de l'ordre de 70 nm et l'épaisseur des couches de sulfure de zinc extrêmes est de l'ordre de 40 nm.
- 6 - Filtre optique selon la revendication 5 destiné à la protection contre les radiations émises par les lasers en néodyme, caractérisé en ce que $n = 5$, l'épaisseur des couches de sulfure de zinc intermédiaires étant de l'ordre de 70 nm et l'épaisseur des couches de sulfure de zinc extrêmes est de l'ordre de 40 nm.

- 7 - Application des filtres selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 à la réalisation de dispositifs pour la protection de l'oeil humain.

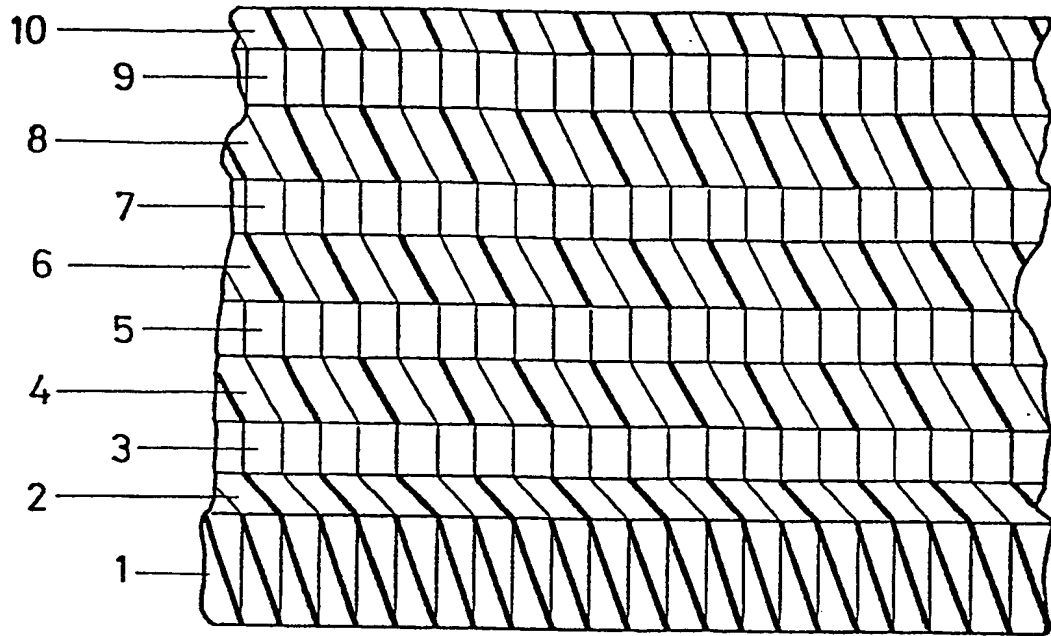


FIG. 1

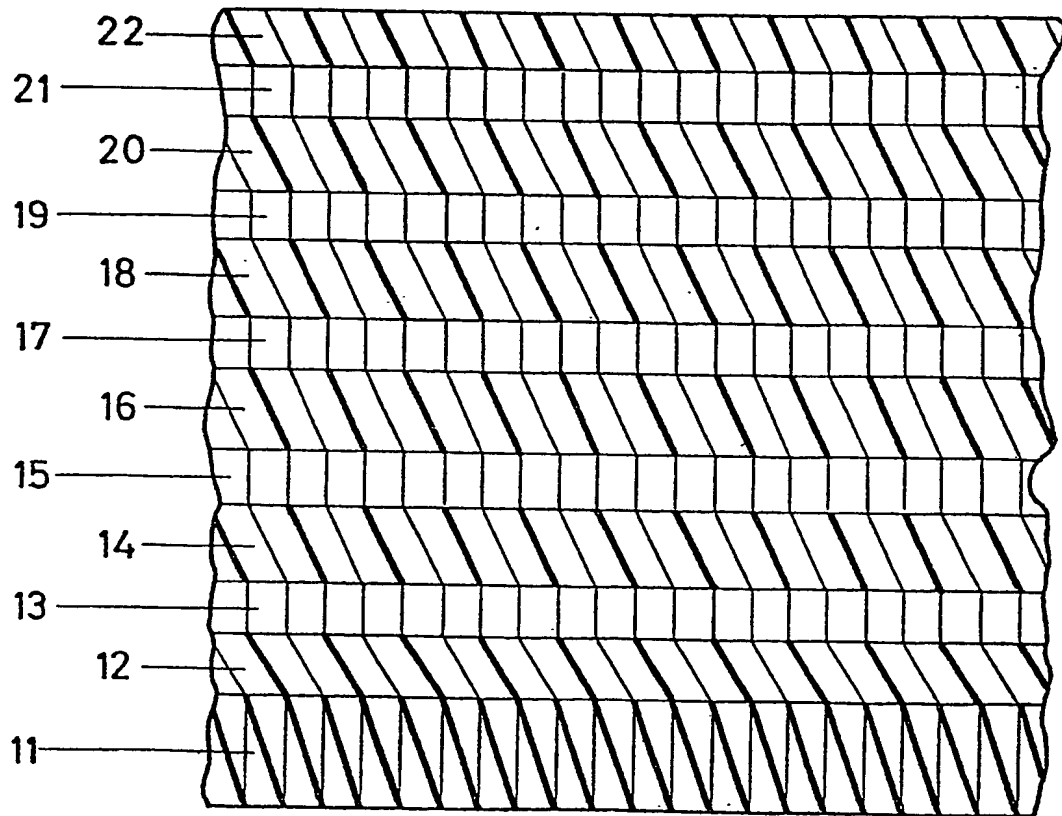


FIG. 2

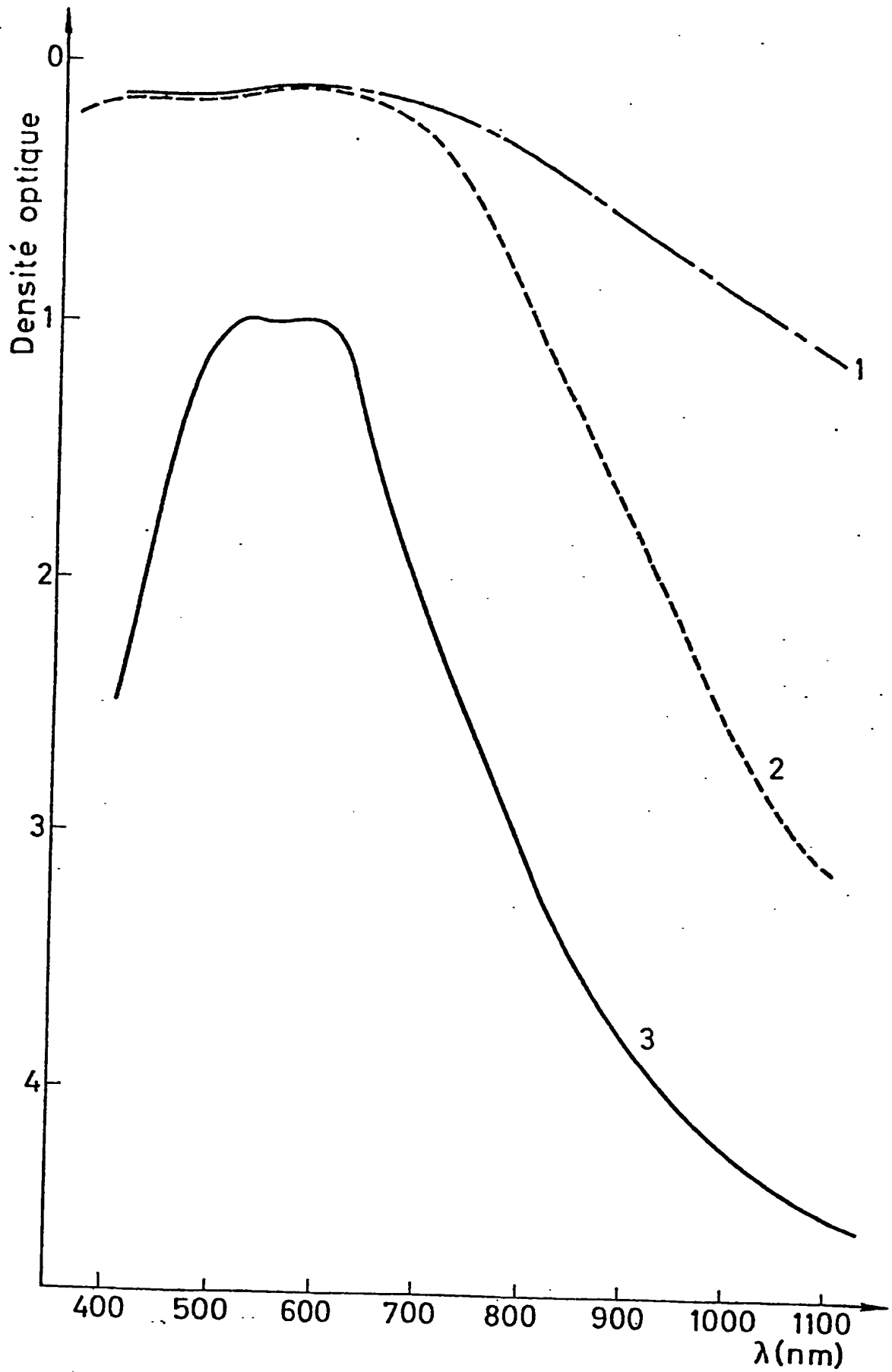


FIG. 3

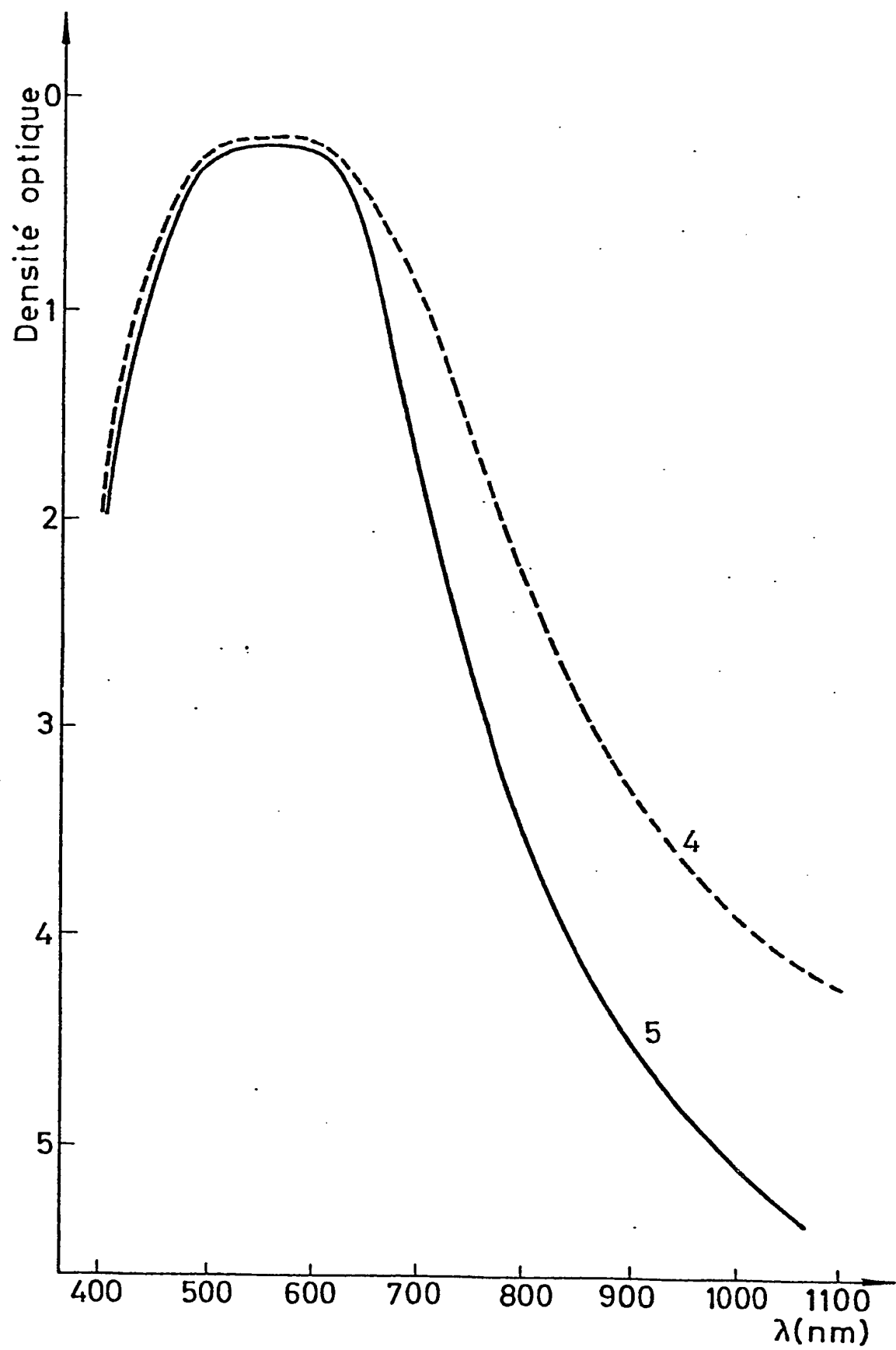


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0031278

Numéro de la demande
EP 80 40 1777

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
DA	FR - A - 1 513 724 (GLAVERBEL) * Page 5, colonne de gauche, ligne 36 à colonne de droite, ligne 57 *	1,3	G 02 B 5/28 5/22 G 02 C 7/10
	--		
	FR - A - 2 276 601 (ETAT FRAN- CAIS REPRESENTÉ PAR LE DELEGUE MINISTERIEL POUR L'ARMEMENT) * En entier *	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			G 02 B 5/28 5/22 G 02 C 7/10
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche La Haye	Date d'achèvement de la recherche 18-03-1981	Examineur TREVETIN	